中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）37(2)：142~150（1988）

甜瓜花性轉移及花性與果型關係之研究[1]

郭鴻展　蕭吉雄　張武男[2]

摘要　以雌雄異花同株型品種與三個雄花兩性花同株型品種雜交，其F_1均表現出雌雄異花同株型，可知雌雄異花同株型對雄花兩性花同株型為顯性。利用卡方測驗分析其F_2及回交世代的分離比，發現甜瓜由雄花兩性花同株型轉變成雌雄異花同株型，乃由一對顯性基因控制，經由回交育種方法已獲得一些栽培種雌雄異花同株型之品系。甜瓜之花性與果型間，具有某種程度的關連，但二者間之關係亦受其他因素之影響。

（關鍵字：花性轉移，果型，甜瓜）

甜瓜（*Cucumis melo* L.）為本省重要的蔬果，種類很多，包括東方型的脆瓜類及西方型的洋香瓜等[1,2]。由於甜瓜的遺傳變異很大，並且種間雜交容易，因此甜瓜之果型、顏色、大小、網紋、香氣等特質常因品種不同而有很大的變化[8]。自1942年 Munger[19] 證實甜瓜的 F_1 雜交後代確實具有高產，早熟等特性之後，一代雜交種已成為甜瓜育種上新的方向，但是目前的栽培種其花性大多為雄花兩性花同株型[15,24,29]（Andromonoecious），亦即在同一植株上有雄花及完全花存在，其自然雜交率視環境因子之影響有從 0～35%的差異[11,29]，因此若以此種花性之品種為一代雜交種之母本，則必須採用人工去雄及授粉，此種方式不但費工，並且種子純度也容易發生問題[3]，因此甜瓜雄不孕性[4,5,18]一直是採種者所企求的一種性狀。

甜瓜的花有雄花，雌花及兩性花三種，在植株上常因這三種花不同比例的配置而產生各種性型（sex type），依據Rudish（1984）的報告[26]，甜瓜的花性可分為七類：（一）雄花兩性花同株型（Andromonoecious）：植株上大多數為雄花，僅少數為兩性花。（二）雌雄異花同株型（Monoecious）：植株上多數為雄花，僅少數為雌花。（三）雌花兩性花同株型（Gynomonoecious）：植株上多數為雌花，僅少數兩性花發生。（四）兩性花株（Hermaphrodite）：全株的花皆為兩性花（完全花）。（五）全雌株（Gynoecious）：全株皆為雌花。（六）全雄株（Androecious）：全株皆為雄花，無雌花或兩性花出現。（七）三性花株（Trimonoecious）：在同一植株上有雄花，雌花及兩性花出現。這些花性的表現可能因為基因型的不同[10,13,20]，環境因子的修飾作用[7,14]，植物荷爾蒙的變化[9,17,27]，或外施的化學物質[15,16]的影響而引起改變。本試驗乃利用回交育種方式，將雄花兩性花同株型甜瓜與雌雄異花同株型甜瓜雜交並回交，期能育成花性為雌雄異花同株之甜瓜品系，供為一代雜交種生產的優良親本，因不需人工除雄可降低採種成本及提高種子純度。在進行花性轉移之同時，亦研究其花性遺傳及花性與果型之關係。

材料與方法

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1404 號。本研究承行政院農委會：76農建 8.1—糧—20（17）計劃經費補助，謹此致謝。本文為第一作者碩士論文之一部份。

2.本所鳳山熱帶園藝試驗分所助理、本所園藝系研究員兼主任、國立中興大學園藝系教授。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

一、花性轉移及遺傳部份：

試驗材料包括 PMR 甜瓜及西施香瓜二個洋香瓜品種，與新玉甜瓜及黃金香瓜二個東方甜瓜品種，PMR 甜瓜與西施香瓜爲自交第三代，新玉甜瓜與黃金香瓜爲自交第四代。其中 PMR 甜瓜之花性爲雌雄異花同株型，其餘三品種爲雄花兩性花同株型，這些供試品種之花性均已固定。

供試品種自民國74年 7 月開始，以 PMR 甜瓜爲母本，另外三品種爲父本，分別做雜交，所得 F_1 種子於次季種植後調查其花性及果實性狀，除分別行自交，並以商業品種爲輪迴親做回交。得到的 F_2 及 BC_1 種子在種植後，同樣調查其花性分離比，果實性狀，並且在 BC_1 植株中選擇花性爲雌雄異花同株型的植株與輪迴親回交，以後在每個回交世代的分離族羣中，一方面淘汰花性爲雄花兩性花同株型的植株，另一方面選拔果實性狀與輪迴親相似，但花性轉爲雌雄異花同株型之植株，當選株仍然與輪迴親回交，花性轉移之育種程序如圖 1。

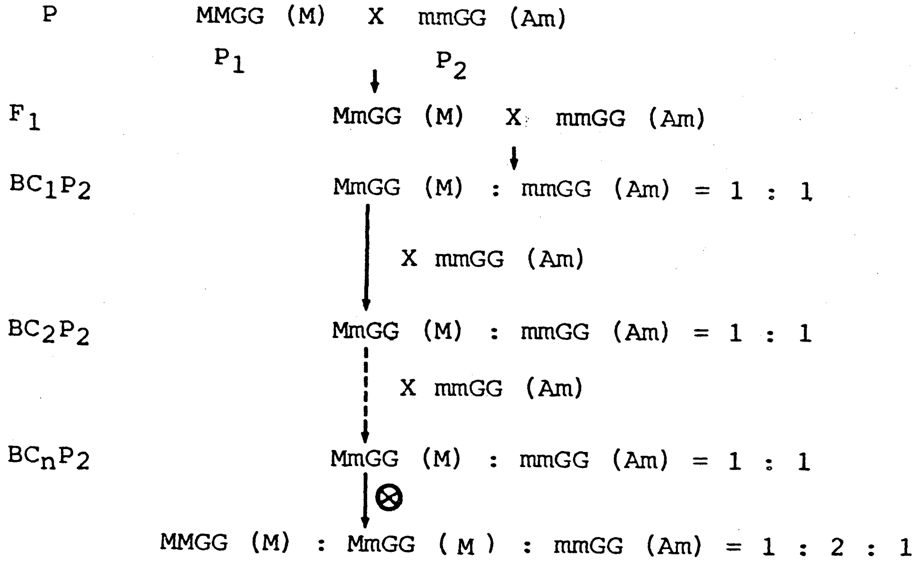


圖1.：雌雄異花同株型甜瓜之育種程序。

Figure 1. The breeding scheme of sex type transfer from andromonoecious to monoecious in melon.

在進行花性轉移的同時，也進行花性遺傳研究，分別在溫室及田間進行，調查F_1、F_2、BC_1P_1 及 BC_1P_2 各世代中雌雄異花同株型與雄花兩性花同株型比例，以估算控制花性之基因數，並以卡方測驗 (Chi-square test) 來證明試驗結果。

二、花性與果型之關係部份：

果型之分類，概以果型指數 (Fruit-shape index) 做爲分類之標準[28]。將 PMR 甜瓜、新玉甜瓜、西施香瓜、黃金香瓜等親本，F_1 及回交世代分別種植後，依正常的田間管理於進入開花期後分別就親本及各世代進行果型調查，至於花性分離之回交世代，則就花性爲M型或A 型植株分別調查之。方法爲將當日已開的花朵摘下，縱剖子房後，量取花托頂部至花瓣基部間之子房長度 (L)，除以子房最寬處的寬度 (W)，所得L/W比即爲果型指數[28]。果型指數在1.0以下爲扁圓果，1.0以上至1.7爲橢圓果，1.7以上爲長型果。比較各世代中雌花的果型指數與兩性花的果型指數之差異，做爲果型與花性是否相關之依據。

結　果

一、花性轉移及花性遺傳部份：

以雌雄異花同株型（M型）的 PMR 甜瓜為母本，分別與西施香瓜、新玉甜瓜、黃金香瓜三個雄花兩性花同株型（A型）的商業品種雜交及回交，目前在三個雜交組合中，以 PMR ×黃金香瓜的組合成效最佳。由圖 2 可明顯的看出，經過二次的回交， BC_2 的果實在果型、顏色、外觀上已與親本酷似，但是肉色、糖度仍需更進一步的改良。

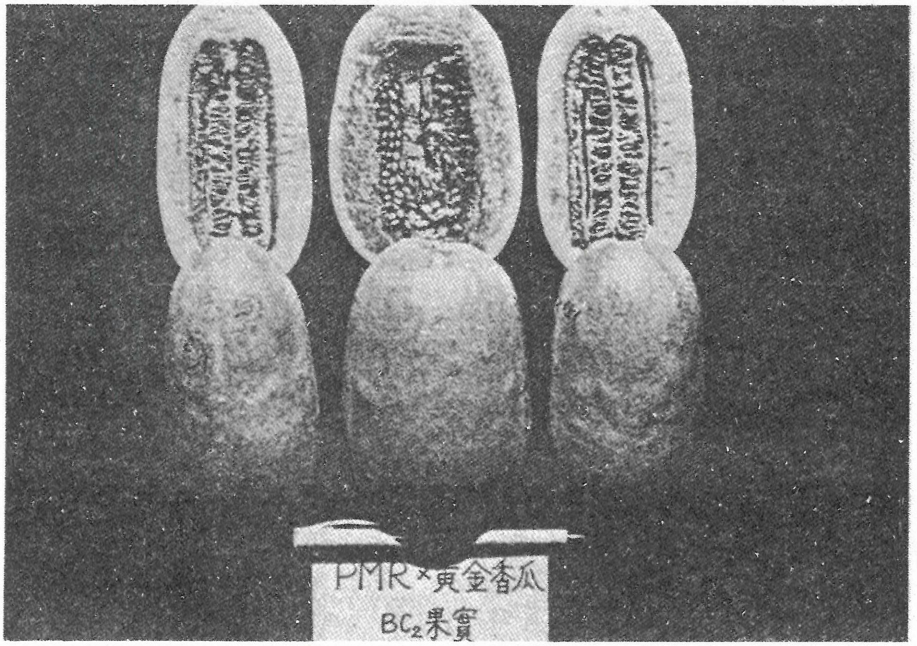
調查各雜交組合中各單株的花性，結果發現三個雜交組合的 F_1 植株，不論在溫室或田間均表現單一的雌雄異花同株型。而 F_2 植株花性M型和A型之分離比，分別是PMR×西施香瓜為 97：31，PMR×黃金香瓜為138：38，及PMR×新玉甜瓜為59：25，若以一對顯性因子在 F_2 之分離比 3 ： 1 的擬說（Hypothesis）來檢定，均能符合此項假設。而回交 PMR 之後代，所有植株皆為M型，回交輪迴親之後代也出現24：28，27：22及36：41等接近於 1 ： 1 的比例；上述資料及卡方檢定值列於表 1 。由這些資料可知甜瓜花性由雄花兩性花同株型轉變為雌雄異花同株型僅為一對基因之改變，並且雌雄異花同株型對雄花兩性花同株型為顯性。

表1.：甜瓜花性遺傳

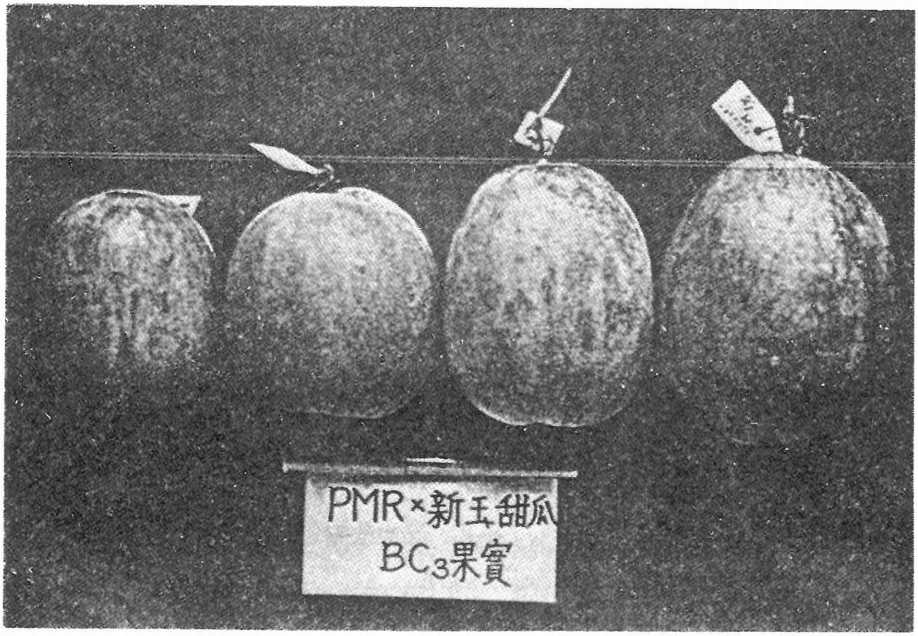
Table 1. Inheritance of sex type in melon

sex type / combination	Green house		Field		Total		Exp. Ratio	X^2	P Value
	M*	Am*	M*	Am*	M*	Am*			
PMR	14		17		31				
西 施 香 瓜		11		19		30			
F_1	8		18		26				
F_2	19	6	78	25	97	31	3 : 1	0.04	0.75—0.95
BC_1P_1	13		21		34				
BC_1P_2	10	8	14	20	24	28	1 : 1	0.21	0.50—0.75
PMR	14		17		31				
黃 金 香 瓜		8		15		23			
F_1	9		23		32				
F_2	26	5	112	33	138	38	3 : 1	1.09	0.25—0.75
BC_1P_1	12		29		41				
BC_1P_2	11	18	25	23	36	41	1 : 1	0.05	0.75—0.90
PMR	14		17		31				
新 玉 甜 瓜		8		25		33			
F_1	9		20		29				
F_2	—	—	59	25	59	25	3 : 1	0.25	0.50—0.75
BC_1P_1	16		25		41				
BC_1P_2	17	10	10	12	27	22	1 : 1	0.51	0.25—0.50
	20	18	15	20	35	38	1 : 1	0.12	0.50—0.75

*M : Monoecious ; Am : Andromonoecious.



a. PMR×黃金香瓜之果實
a. Fruits of PMR × Hwang-Jin.



b. PMR×新玉甜瓜之果實
b. Fruits of PMR × Shin-Yuh.

圖2.：第二次回交 PMR ×黃金香瓜及第三次回交 PMR ×新玉甜瓜之果實。
Figure 2. The fruits of PMR×Hwang-Jin and PMR×Shih-Yuh melon in the 2nd and 3th backcrosses, respectively.

二、花性與果型之關係部份：

以 PMR 爲母本，與另外三親本雜交後分別調查親本，F_1 及一個 BC_1P_2 之果型指數。在調查23個M型的 PMR 甜瓜之後，發現其平均果型指數雖爲1.85，但是個體間的差異頗大，分佈在1.6至2.3之間，另外三個親本的果型指數分別爲西施香瓜1.3，黃金香瓜2.0，新玉甜瓜1.3；除西施香瓜及新玉甜瓜爲橢圓果外，黃金香瓜及 PMR 甜瓜都爲長型果（表2）。另在三個 F_1 雜交組合中，除PMR ×黃金香瓜的 F_1 植株，其果型指數超越二親之外，其餘二個 F_1, PMR×新玉及 PMR×西施，其果型指數都介於二親之間，但有明顯偏向於M型親本平均值的趨勢（圖3、4、5），此外，在回交世代的分離族羣中，分別調查了22個A型株的子房長寬及22個M型株的子房長寬，發現M型

表2.：甜瓜果型指數與花性之關係

Table 2. Fruit shape index and flower sex type in muskmelon.

Parentage	Andromonoecious Fruit index (L/W)			Monoecious Fruit index (L/W)		
	N*	Range	Mean	N*	Range	Mean
P_1 (PMR Melon)				23	1.6—2.3	1.85
P_2 (西施香瓜)	21	1.1—1.4	1.30			
P_3 (黃金香瓜)	32	1.8—2.4	2.00			
P_4 (新玉甜瓜)	43	1.0—1.6	1.34			
F_1 ($P_1 \times P_2$)				18	1.4—1.8	1.64
F_1 ($P_1 \times P_3$)				69	1.9—2.6	2.29
F_1 ($P_1 \times P_4$)				56	1.6—2.7	1.90
BC_1, ($P_1 \times P_4$) $\times P_1$	22	1.5—1.8	1.60	22	1.4—2.4	1.81

N : number of plants investigated

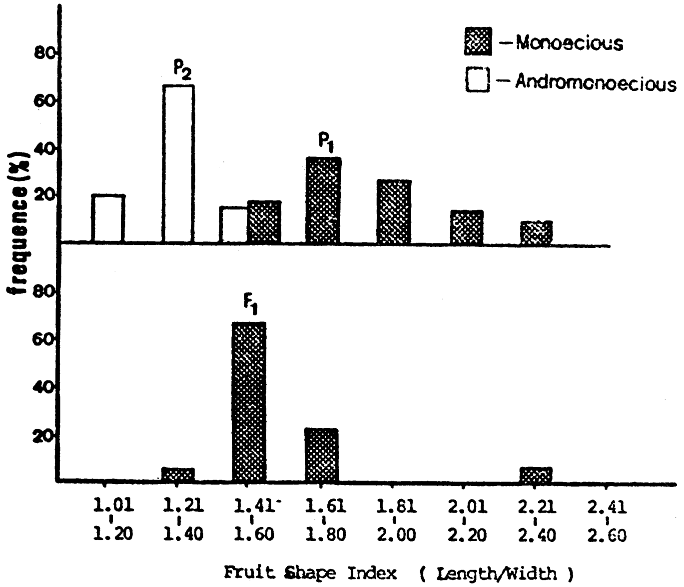


圖3：PMR甜瓜，西施香瓜，及其雜交後代果型指數之頻度分布圖。

Figure 3. Distributions of fruit shape index in muskmelon of P_1 (PMR melon) P_2 (Hsi-Shih melon) and their F_1 populations

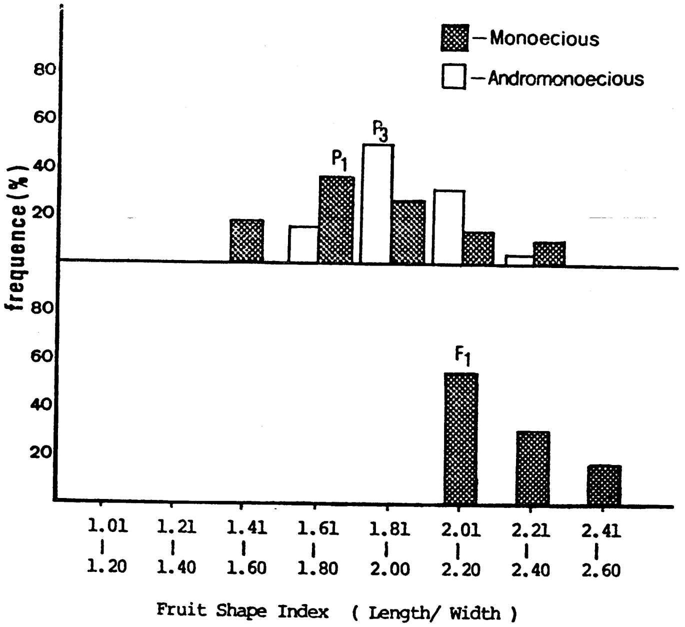


圖4：PMR 甜瓜，黃金香瓜，及其雜交後代果型指數之頻度分布圖。

Figure 4. Distributions of fruit shape index in muskmelon of P_1 (PMR melon), P_3 (Hwang-Jin melon) and their F_1 populations.

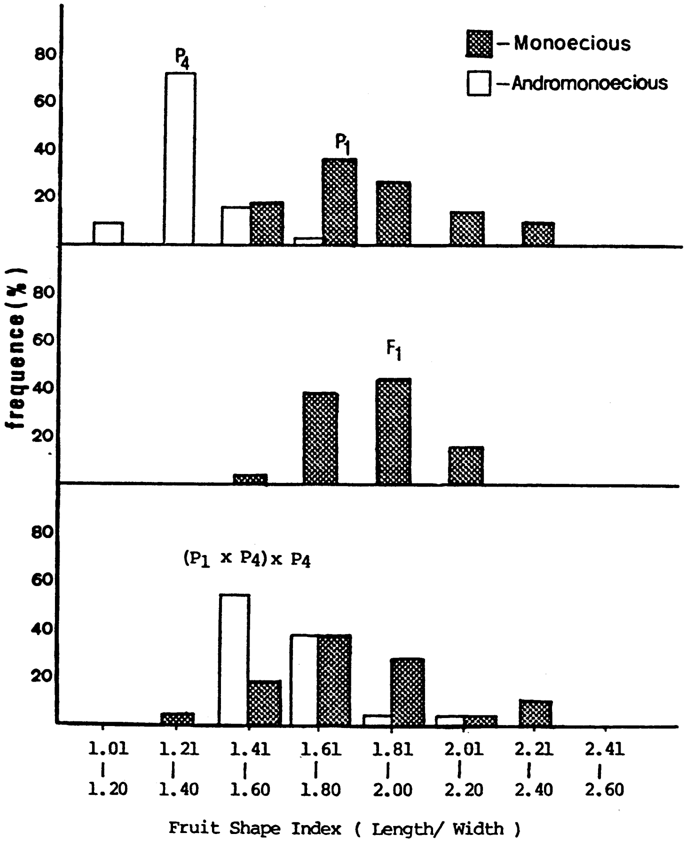


圖5：PMR甜瓜，新玉甜瓜，及其雜交後代果型指數之頻度分布圖。

Figure 5. Distributions of fruit shape index in muskmelon of P_1 (PMR melon), P_4 (Shih-Yuh melon) and their F_1 and BC_1 populations.

株的平均果型指數爲1.81，A型株的平均果型指數爲 1.6，由以上之調查結果可歸納如下：（1）四個親本中，M型親本（PMR）產生長型果，A 型親本（新玉甜瓜、西施香瓜）產生橢圓果，但是亦有 A 型之親本（黃金香瓜）產生長型果的現象。（2）F_1 植株不但其花性爲M型，並且果型指數亦偏向於M型親本之平均果型指數，部份植株甚至有超越其親本之現象。（3）在回交的分離世代中，M型植株之果型指數較A型植株之果型指數爲高，顯示其平均果型比A型植株之果型狹長。

由以上三點，我們認爲甜瓜之花性與果型，確具有某種程度的關連，但二者間的關係仍受其他因素，如品種的影響。

討 論

甜瓜花性之表現，除受基因之控制之外[13,20,21]，養分[6]、環境因子[7,14]及外施之植物荷爾蒙都帶有修飾作用[9,16,17,27]。在正常情況下，花性之表現除非受到極端環境變化或外施之植物荷爾蒙破壞平衡，否則都依其基因型來表現花性。

大多數栽培種甜瓜其花性是雄花兩性花同株型，但是在亞洲及印度的一些野生種則是雌雄異花同株型[24, 29]。Rosa[25]認爲雌雄異花同株型是爲原始型態，由雌雄異花同株型轉變成雄花兩性花同株型時，僅是單基因的變化。Poole and Grimball[10,21,22]認爲這種變化是由於A基因變成隱性的a所造成的。Kubicki[13,24]等人則以M基因座的顯性或隱性來區分，當顯性的M基因存在時，呈雌雄異花同株型，而隱性m基因存在時則呈雄花兩性花同株型。目前較被接受的二種花性遺傳學說爲：(一) Rosa, Poole and Grimball 及 Kubicki 等人[12,22,25]所提出，認爲花性是由二對基因控制性型，即A基因控制由完全花變爲雌花之因子，G基因控制由完全花變爲雄花之因子，在 AG 時表現雌雄異花同株型（Monoecious），aG 時表現雄花兩性花同株型（Andromonoecious），Ag時表現雌花兩性花同株型（Gynomonoecious），$a\ g$ 則表現完全的兩性花株（Hermaphrodite）。(二) Kubicki[13]認爲 M 與 G 兩個基因座爲控制花性的最主要因子；M 或 m 基因決定雌花或兩性花的發育，顯性時（M）雌花出現，在隱性時（m）兩性花出現。另一對 G 或 g 基因則決定雄花之有無，若顯性 G 時，植株有雄花產生，若爲隱性 g 時，則無雄花發生。

本研究中雌雄異花同株型（M型）的品種與雄花兩性花同株型（A 型）的品種雜交及回交，結果在 F_1、BC_1P_1、F_2 及 BC_1P_2 世代中都能分別表現出一致的M型株或是M：A爲3：1及1：1之比例，顯示在M型株與A型株之間僅爲一對基因的差異，此現象與 Kubicki[13]所提出的甜瓜花性控制基因理論符合。

另外 Rosa[25]曾指出甜瓜的雄花兩性花同株型植株有時候會有性型反轉（Sex reversal）的現象。即在A型的植株中，有時因外界環境的變化，而有雌花的出現，Rosa 認爲這種現象並不穩定，只是一種暫時的改變，在刺激過去之後，花性則回復正常；並且此種現象在A型株發生的較多，M型株較少會具有性型反轉而產生完全花的現象。在試驗中亦曾觀察此種性型反轉的現象，都是經過摘心，發生在去頂之後的側蔓第一節上，並且祇要是嚴重受傷部份的側蔓，幾乎都會有此現象；推測可能的原因是由於受傷部份產生乙烯，以及養分之累積。因爲養分之累積使得側蔓生長，而乙烯濃度提高則誘導雌花出現[16,19,27]，所以在後面的節位上，由於乙烯刺激的消失，植株又恢復正常的花性表現。事實上若測試全雌株（Gynoecious）胡瓜與雌雄異花同株型（Monoecious）胡瓜之頂端乙烯發生量，亦會發現全雌株之乙烯發生量較高[9]，更能證明乙烯與瓜類雌性化之關係。

至於甜瓜花性與其果型之關係，Rosa[25]認爲完全花與圓果，雌花與橢圓果具有很密切的關連，同時Wall[28]也認爲在同一株中，雌花所形成的果實，通常都較完全花所形成的果實較大較長，並且縫合線亦較平，筆者亦有相同之發現。Rosa[25]認爲這種關係不是基因的連鎖關係（Linkage），而是基因多效性作用（Pleiotropic action）決定了果型與性別的關係。與 Rosa 持相反意見的 Kubicki[12]則認爲果型與性型之間的關係是基因間的連鎖關係，Poole and Grimball[23]亦證明果

型與性型具有連鎖關係，並且在西瓜的分離族羣中測得 0.14～0.35 的交換值 (Crossover value)。但是 Wall[28] 却認爲甜瓜果型由部份顯性基因 (Partial dominant gene) 及少數修飾基因，加上一部份與性型的連鎖關係而定，並且果型與花性之間具有某種程度上的關連，但並非絕對的，此與試驗結果相同。

參 考 文 獻

1.李學勇・1918・園藝育種學：Chap： 7 ：瓜類的育種，pp. 158～175，臺大植物系，臺北。

2.邱阿昌・1972・甜瓜遺傳及育種之進展，科學農業20 (3,4) ：343～350。

3.黃賢良・1970・洋香瓜育種(三)： Monoecious 性型之轉移及其利用爲母本之研究 ，臺南改良場研究彙報第14號，pp. 29～34。

4. Bohn, G. W. and J. A. Principe. 1962. A second male-sterility gene in the muskmelon. J. Hered. 55 : 211-215.

5. Bohn, G. W. and T. W. Whitaker. 1949. A gene for male sterility in muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 53 : 309-314.

6. Brantley, B. B. and G. F. Warren. 1960. Effect of nitrogen on flowering, fruiting and quality in the muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 77 : 424-431.

7. Cantliffe, D. J. 1981. Alteration of sex expression in cucumber due to change in temperature, light intensity and photoperiod. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106(2) : 133-136.

8. Esquinas-Alcazar, J. A. and P. J. Gulick 1983. Genetic resources of Cucurbitaceae. International Board for Plant Genetic Resources. IBPGR secretarist.

9. Galun, E. S., S. Izhar, and D. Atsmon. 1964. Determination of Relative auxin content in hermaphrodite and andromonecious *Cucumis sativus* L. Plant Physiology 39 : 321-325.

10. Grimball, P. C. 1939. Inheritance of new sex forms in *Cucumis melo* L. J. Hered. 30 : 21-25.

11. Ivanoff, S. S. 1947. Natural self pollination in cantaloupes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 50 : 314-316.

12. Kubicki, B. 1962. Inheritance of some characters in muskmelon (*Cucumis melo* L.). Genetic Polonica 3 : 265-274.

13. Kubicki, B. 1969. Sex determination in muskmelon (*Cucumis melo* L.) Genetic Polonica 10 : 145-163.

14. Lower, R. L., O. S. Smith and A. Ghaderi. 1983. Effect of plant density arrangement, and genotype on stability of sex expession in cucumber. HortScience 18(5)737-738.

15. Lower, R. L. and M. D. Edwards. 1986. Cucumber breeding, p. 173-207. In: M. J. Bassett (ed.). Breeding Vegetable Crops. AVI publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.

16. Loy, J. B. 1971. Effects of 2-Chloroethylphosphonic acid and succinic acid-2, 2-dimethylhydrazide on sex expression in muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96(5) : 641-644.

17. Matlob, A. N. and W. C. Kelly. 1975. Growth regulator activity and pathenocarpic fruit production in snake melon and cucumber grown at high temperature. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100(4) : 406-409.

18. McCreight, J. D., G. W. Elmstrom. 1984. A third muskmelon male-sterile gene. HortScience 19(2) : 268-270.

19. Munger, H. M. 1942. The possible utilization of first generation muskmelon and improved method of hybridization. Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci. 40 : 405-410.

20. Nienhuis, J., R. L. Lower and C. H. Miller. 1984. Effect of genotype and within-row spacing on the stability of sex expression in cucumber. HortScience 19(2) : 273-274.

21. Poole, C. F. 1944. Genetics of cultivated cucurbits. J. Hered. 35 : 122-128.

22. Poole, C. F. and Grimball, P. C. 1939. Inheritance of new sex froms in *Cucumis melo* L. J.

Hered. 30 : 21-25.

23. Poole, C. F. and Grimball, P. C. 1945. Inheritance of sex, shape, and weight gene in watermelon. J. Agr. Res. 71 : 533-552.
24. Robinson, R. W., H. M. Munger, T. W. Whitaker and G. W. Bohn. 1976. Gene of the *Cucurbitaceae.* HortScience 11(6) : 554-568.
25. Rosa, J. T. 1928. The inheritance of flower types in *Cucumis* and *Citrullus.* Higardia 3(3) : 233-250.
26. Rudish, J. 1985. *Cucumis melo*, pp. 360-381. In: A. H. Halevy (ed.). CRC Handbook of Flowering, Vol. II. CRC Press, Florida.
27. Shannon, S. and R. W. Robinson. 1979. The use of Ethephon to regulate sex expression of summer squash for hybrid seed production. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104(5) : 674-677.
28. Wall, J. R. 1967. Correlated inheritance of sex expression and fruit shape in *Cucumis.* Euphytica 16 : 199-208.
29. Whitaker, T. W. and G. W. Bohn. 1952. Natural cross pollination in muskmelon. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 51 : 391-396.

Studies on Flower Type Transfer and the Correlation between Flower Type and Fruit Shape in Melon (*Cucumis melo* L.)[1,2]

Horng-Jan Kuo, Chi-Hsiung Hsiao and Woo-Nang Chang[3]

Summary

Crosses between one monoecious melon variety with three andromonoecious lines, derived F_1 plants all monoecious. Chi-square tests for the segregation of sex types in F_2 and backcross populations, also indicate that monoecious trait is controlled by one dominant gene over andromonoecious. Several promising monoecious lines of melon were obtained by backcrossing.

Some correlation exists between flower type and fruit shape, however, it is also affected to some extent by other factors such as varieties.

(Key word: Flower Type Transfer, Fruit Shape, Melon.)

---

1. Contritution No. 1404 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by the Council of Agricultural, Executive Yuan. R. O. C.
2. This paper is a part of MS thesis of the senior author.
3. Respectively, Research assistant, Fengshan Tropical Horticultural Experimental Station, TARI; Senior Horticulturist and Head, Department of Horticulture, TARI; Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.